

Gekoppelde slingers



Physics

Mechanics

Vibrations & waves



Strengheid

Gemiddeld



Groepsgrootte

2



Vorbereitung

10 Notulen



Implementatietijd

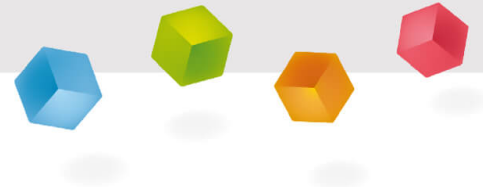
10 Notulen

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/619cb7dc0a7f13000382d74c>

PHYWE



Informatie voor de leraar

Toepassing

PHYWE



Proefopstelling voor het onderzoek van gekoppelde slingers

Gekoppelde oscillatiesystemen kunnen exact worden beschreven met behulp van de Lagrange-benadering. Hier bepaalt men de potentiële en kinetische energie van het systeem E_{pot} en E_{kin} en vormt het verschil van deze. Voor de Lagrange-functie L is algemeen van toepassing:

$$L = E_{pot} - E_{kin}$$

Bij invoering van veralgemeende coördinaten q_i laat Newton's wet van actie ($F = \dot{p}$) zich met behulp van de partiële afgeleiden schrijven als:

$$\frac{d}{dt} \frac{\delta L}{\delta \dot{q}_i} - \frac{\delta L}{\delta q_i} = 0$$

Aangezien deze aanpak echter iets te ingewikkeld kan zijn voor de leerlingen, moeten zij het systeem hier voorlopig alleen experimenteel onderzoeken.

Extra informatie voor leerkrachten (1/2)

PHYWE

Voorkennis



De studenten dienen reeds ervaring te hebben opgedaan met de onderwerpen gedwongen oscillaties en resonantie, alsmede met de draadslinger. Ze moeten weten dat met behulp van de periode van oscillatie T van een systeem waarvan de oscillatiefrequentie f kan worden bepaald.

Principe



De periode van oscillatie T van de eenvoudige draad slinger volgt uit:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

De frequentie f gelijk is aan de reciproke van de trillingsperiode:

$$f = 1/T = T^{-1} [1/s] = [Hz]$$

Extra informatie voor leerkrachten (2/2)

PHYWE

Leerdoel



De leerlingen zullen het gedrag van een gekoppeld oscillerend systeem onderzoeken en begrijpen.

Taken



De leerlingen moeten het oscillatiegedrag van twee gekoppelde slingers voor verschillende beginsituaties (excitatie in dezelfde richting en in tegengestelde richting) onderzoeken en de optredende zweeffrequentie f_s bepalen in het geval dat slechts één slinger wordt aangestoten. In een aanvullende taak zou de invloed van de koppeling op de zweeffrequentie kunnen worden onderzocht.

Om de koppeling te veranderen mogen alleen de massa's worden verkleind, anders gaan de twee draadslingers scheef hangen en zijn de meetresultaten onzuiver. Het uitgangspunt voor de koppeling mag niet te laag worden gesteld, anders zullen de frequentieverschillen bij gelijke en tegengestelde excitatie te klein zijn en de meetfouten te groot.

Veiligheidsvoorschriften

PHYWE



De algemene instructies voor veilig experimenteren in de wetenschapslessen zijn van toepassing op dit experiment.

PHYWE



Informatie voor de studenten

Motivatatie

PHYWE



Landingsgestel van een vliegtuig

Je bent al bekend met oscillaties en oscillerende systemen. In het dagelijks leven zijn deze echter meestal niet gescheiden op dezelfde manier als de systemen die je tot nu toe hebt onderzocht (draadslinger, schroefveerslinger, enz.), maar bestaan ze meestal uit gekoppelde oscillerende systemen.

Een klassiek voorbeeld hiervan is het landingsgestel van een vliegtuig, zoals hier afgebeeld, of dat van een voertuig. Dit bestaat uit vele afzonderlijke onderdelen en oscillerende componenten zoals de banden en de gemonteerde veren en vormt dus een gekoppeld oscillatiesysteem.

In de volgende proef krijg je te maken met een gekoppeld oscillatiesysteem.

Taken

PHYWE



Observeer het gedrag van twee draadslingers die door middel van een touwtje en een massastuk aan elkaar zijn gekoppeld.

Meet de slagduur van de gekoppelde slingers wanneer slechts één draadslinger wordt aangestoten.

Bepaal de trillingsperiode van beide slingers wanneer ze in dezelfde richting en in tegengestelde richting slingeren.

Benodigdheden

Positie	Materiaal	Artikelnr.	Hoeveelheid
1	PHYWE statiefvoet, deelbaar, voor 2 stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Staaaf, roestvrij staal, l = 600 mm, d = 10 mm, tweedelig, schroefbaar	02035-00	2
3	Staaaf, roestvrij staal, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
4	Staaaf, roestvrij staal, l = 100 mm, d = 10 mm, met gat	02036-01	2
5	Dubbele klem, voor kruis- of T-verbinding	02043-00	2
6	Halterschijf voor sleufgewichten, 10 g type PHY	02204-00	2
7	Sleufgewicht, zwart gelakt, 10 g Type PHY	02205-01	2
8	Sleufgewicht, zwart gelakt, 50 g Type PHY	02206-01	2
9	Set precisiegewichten 1 g...50 g, in foedraal	44017-01	1
10	Digitale stopwatch, 24 uur, 1/100 s en 1 s	24025-00	1
11	Meetlint, l = 2 m	09936-00	1
12	Vislijn, op haspel, d = 0,7 mm, 20 m	02089-00	1

Extra benodigdheden

PHYWE

Positie	Materiaal	Hoeveelheid
1	Schaar	1

Opbouw (1/2)

PHYWE

Verbind de twee helften van de statiefbasis met de statiefstang 25 cm en draai de vergrendelingshendels vast.

Schroef de twee gedeelde stangen in elkaar tot twee lange stangen. Plaats deze twee staanders (60 cm) in de statiefvoethelften en schroef ze vast.



Verbinden van de statiefvoet helften



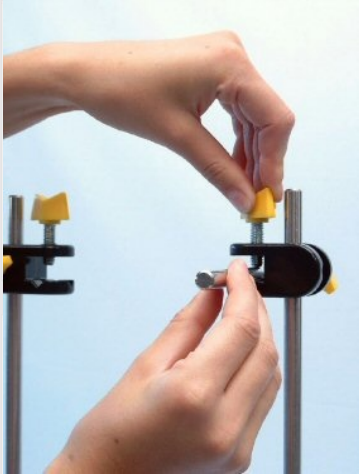
Samenstellen van de staander



Bevestigen van de staander

Opbouw (2/2)

PHYWE



Monteer de korte stangen in de dubbele klemmen

Klem de twee korte standstangen met de dubbele klemmen aan het bovenste uiteinde van de lange staanders.

Gebruik dit om twee exact identieke draadslingers te bouwen met 40 cm slingerlengte en een massa van $m = 70\text{ g}$. De afstand tussen de twee ophangpunten moet 10 cm bedragen. De slingers moeten dezelfde trillingstijd hebben! (Eventueel één pendellengte iets aanpassen).

In het midden een stuk vislijn van (20 cm lang) met een massastuk van 10 g . Bevestig beide uiteinden aan de bovenkant van elke halterschijf.



Opbouw van twee identieke draadslingers

Uitvoering (1/2)

PHYWE



Aanstoting van de draadpendel

- Laat het systeem slingeren door één slinger ongeveer 4 cm naar de zijkant te bewegen.
- Laat de slinger los en observeer eerst het gedrag van beide slingers.
- Meet de slagduur (periodetijd) van de twee gekoppelde draadpendels: Bepaal de tijd T tussen twee haltes van een slinger. Herhaal de metingen tweemaal en noteer de gemeten tijden in tabel 1 van het rapport.

Uitvoering (2/2)

PHYWE

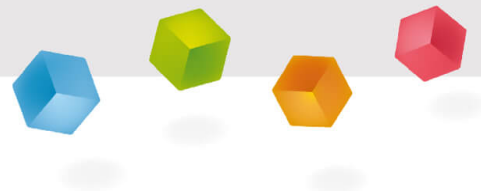


Aanstoting van de draadpendel

- Bepaal dan de slagduur van een slinger, als
 - beide slingers afgebogen worden naar dezelfde kant (in dezelfde richting) en dezelfde afstand.
 - beide slingers naar verschillende kanten (in tegengestelde richting) en op dezelfde afstand worden afgebogen.
- Meet de tijd voor 10 oscillaties en herhaal deze metingen tweemaal.
- Voer de eerste meetwaarden voor de zelfde-richting meting in tabel 2 in het rapport in.
- Voer de tweede meetwaarde voor de tegenovergestelde-richting meting in tabel 3 in het rapport in.

PHYWE

Meetrapport



Tabel 1

PHYWE

Voer je gemeten waarden voor de slagduur T_s in en bereken de gemiddelde waarde voor de slagduur uit de waarden $\langle T_s \rangle$ van de slinger en de slagfrequentie f_s .

Bereken de frequentie uit de periode van oscillatie:

$$f_s = \frac{1}{T_s} = T_s^{-1} \quad [Hz \triangleq \frac{1}{s}]$$

Meting nr. $T_s [s]$

1	
2	
3	

 $\langle T_s \rangle [s]$ $f_s [Hz]$

--	--

Tabel 2

PHYWE

Voer je gemeten waarden in voor de trillingstijd van 10 perioden met excitatie in dezelfde richting, en de bijbehorende trillingstijd T voor één oscillatie. Bereken dan hieruit de gemiddelde waarde T_1 en de frequentie f_1 voor de zelfde-richting excitatie.

$$f_1 = \frac{1}{T_1}$$

Meting nr. $t_{10} [s]$ $T [s]$

1		
2		
3		

 $T_1 [s]$ $f_1 [Hz]$

--	--

Tabel 3

PHYWE

Voer je gemeten waarden in voor de oscillatieperiode van 10 perioden met tegengestelde excitatie, en de bijbehorende oscillatieperiode T voor één oscillatie. Bereken hieruit dan de gemiddelde waarde T_2 en de frequentie f_2 voor de in tegengestelde richting excitatie.

$$f_2 = \frac{1}{T_2}$$

Meting nr. $t_{10} [s]$ $T [s]$

1		
2		
3		

$T_2 [s]$ $f_2 [Hz]$

--	--

Taak 1

PHYWE

Sleep de woorden naar je waarneming naar de juiste plaatsen.

Door de [] van de slingers wordt [] overgedragen van de eerste slinger op de tweede, die op zijn beurt begint te []. Het verlies van energie aan de eerste slinger leidt tot een [] van zijn amplitude tot hij []. De tweede slinger heeft nu zijn grootste amplitude bereikt. Dan begint het energietransport opnieuw, maar nu achterwaarts van de [] slinger naar de []. De [] wordt dus opnieuw bereikt en het proces begint opnieuw.

energie

stopt

tweede

eerste

schommelen

afname

koppeling

begintoestand

✓ Kijk op

Taak 2

PHYWE



Aanstoten van de draadpendel

Een slingerende slinger heeft slingeringsenergie in de vorm van potentiële en kinetische energie. Kunt u de processen die in de gekoppelde slingers zijn waargenomen, verklaren met een energiebenadering?

- ☐ Er is een voortdurende verandering van potentiële en kinetische energie van de respectieve massa's (links en rechts).
- ☐ Het systeem heeft altijd alleen kinetische energie.
- ☐ Het systeem heeft altijd alleen potentiële energie.

☒ Kijk op

Taak 3

PHYWE



Aanstoten van de draadpendel

Bepaal het verschil tussen de oscillatiefrequenties bij gelijke en tegengestelde bekrachtiging $f_2 - f_1$. Vergelijk het resultaat met de zweeffrequentie f_s die je hebt bepaald. Wat heb je gevonden?

- ☐ $f_s > f_2 - f_1$
- ☐ $f_s < f_2 - f_1$
- ☐ $f_s = f_2 - f_1$

☒ Kijk op

Dia	Score / Totaal
Dia 19: Observatie gekoppelde slingers	0/8
Dia 20: Conversie van E_{pot} en E_{kin}	0/1
Dia 21: Vergelijking van Δf en f_s	0/1

Totaal

 Oplossingen Herhaal Tekst exporteren